

*Pengaruh Preheat Dan Post Welding Heat Treatment Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Smaw Pada Baja Amutit K-460  
(Hendri Hestiawan dan Ahmad Fauzan Suryo)*

## **PENGARUH *PREHEAT* DAN *POST WELDING HEAT TREATMENT* TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS SMAW PADA BAJA AMUTIT K-460**

<sup>(1)</sup>**Hendri Hestiawan**, <sup>(2)</sup>**Ahmad Fauzan Suryono**

<sup>(1),(2)</sup>Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

Jl. WR Supratman Kandang Limun, Bengkulu. Telp. (0736) 21170

e-mail : hestiawan1@yahoo.com

**Abstract: The Effect of Preheat and Post Weld Heat Treatment on Mechanical Properties of SMAW Welding Steel Amutit K-460** . Steel welding process causes changes in the mechanical properties such as the existence of residual stress and weld cracking. This can be avoided by giving preheat and post weld heat treatment (PWHT). This research aims to determine the effects preheat and PWHT treatment on mechanical properties of SMAW welded joints in amutit steel of K-460. The specimens used were plate of amutit steel of K-460 with dimentions of 200 mm x 20 mm x 10 mm. The preheat treatment was done with a tempering process at temperatures of 260 and 370 °C with a holding time is 30 minutes. PWHT treatment was done by tempering process at temperatures of 550 and 650 °C with a holding time is 30 minutes. The welding used electrodes wrapped, shielded metal arc welding (SMAW). Tensile test results showed that preheat + PWHT treatment, and PWHT treatment can increase the value of tensile stress and strain, the tensile stress and strain values were highest in specimens treated 650°C PWHT, that is amounted to  $\sigma = 567.7$  MPa and  $\epsilon = 3.75\%$  . Hardness test results showed that the treatment preheat and PWHT can increase the hardness value with the highest hardness values of specimens PWHT treated at 650°C, that is in the HAZ of 43.3 HRC. From these results it can be concluded that the PWHT treatment give better results in improving the mechanical properties of SMAW welded joints in amutit steel of K-460.

**Keywords** : Amutit steel of K-460, las SMAW

**Abstrak: Pengaruh Preheat dan Post Welding Heat Treatment Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las SMAW Pada Baja Amutit K-460.** Proses pengelasan baja menyebabkan perubahan sifat mekanik seperti adanya tegangan sisa dan las retak. Hal ini dapat dihindari dengan memberikan pemanasan awal dan perlakuan panas pasca las (PWHT). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanasan awal dan pengobatan PWHT terhadap sifat mekanik sambungan las SMAW di amutit baja spesimen K-460. The digunakan adalah sepiring amutit baja K-460 dengan dimensi 200 mm x 20 mm x 10 mm. Perlakuan pemanasan awal dilakukan dengan proses tempering pada suhu 260 dan 370 °C dengan holding time 30 menit. Pengobatan PWHT dilakukan dengan proses tempering pada temperatur 550 dan 650 ° C dengan holding time 30 menit. Pengelasan menggunakan elektroda terbungkus, busur terlindung logam las (SMAW). Hasil uji tarik menunjukkan bahwa panaskan + PWHT pengobatan, dan perawatan PWHT dapat meningkatkan nilai tegangan tarik dan regangan, nilai-nilai tegangan tarik dan regangan yang tertinggi dalam spesimen diperlakukan 650 ° C PWHT, yang sebesar  $\sigma = 567,7$  MPa dan  $\epsilon = 3,75\%$ . Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa pemanasan awal pengobatan dan PWHT dapat meningkatkan nilai kekerasan dengan nilai-nilai kekerasan tertinggi dari spesimen PWHT dirawat di 650 °C, yang ada di HAZ dari 43.3 HRC. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan PWHT memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan sifat mekanik sambungan las SMAW di amutit baja K-460.

**Kata kunci** : Baja Amutit K-460, las SMAW

### **PENDAHULUAN**

Material baja amutit K-460 termasuk dalam klasifikasi *tool steel* yang digunakan

pada industri manufaktur untuk membantu proses produksi seperti alat pemotongan dan sebagai bahan cetakan untuk bahan plastik. Baja amutit K-460 mampu mencapai nilai

kekerasan hingga 65 HRC setelah melalui proses variasi temperature temper rendah, sedang dan tinggi.

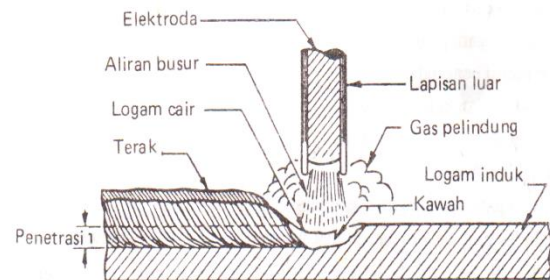
Proses pengelasan memegang peranan yang sangat penting dalam rekayasa material logam. Hampir pada setiap pembangunan suatu konstruksi melibatkan unsur pengelasan. Proses pengelasan merupakan penggabungan dua buah logam atau paduan yang dilakukan secara lumer atau cair dengan menggunakan energy panas. Terdapat 40 jenis pengelasan, salah satunya adalah *shielded metal arc welding* (SMAW) atau pengelasan menggunakan electrode terbuka.

Proses pengelasan pada baja menyebabkan logam di sekitar daerah las mengalami siklus termal cepat sehingga terjadi perubahan sifat, metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal. Perubahan ini dapat mengurangi kekuatan sambungan las sehingga harus dihindari. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut, antara lain dengan memberikan perlakuan *preheat* dan *post weld heat treatment* (PWHT) pada sambungan las.

Perlakuan *preheat* dilakukan sebelum proses pengelasan dilakukan yang bertujuan untuk menghindari terjadinya retak las yang terjadi pada proses pengelasan. Proses perlakuan ini dilakukan dengan cara memanaskan logam induk hingga suhu tertentu tergantung dari kadar karbon yang dimiliki. Sedangkan perlakuan PWHT merupakan perlakuan panas yang dilakukan setelah proses pengelasan yang bertujuan untuk membebaskan tegangan sisa yang terjadi akibat proses pengelasan. Proses PWHT dilakukan dengan cara memanaskan sambungan las hingga suhu tertentu dan didinginkan dengan laju pendinginan tertentu tergantung pada sifat mekanis yang ingin dicapai. Melalui perlakuan panas ini, sifat-sifat sambungan las yang kurang menguntungkan yang timbul akibat proses pengelasan pada logam dapat diperbaiki.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan *preheat* dan *post weld heat treatment* (PWHT) terhadap sifat mekanis sambungan las SMAW baja amutit K-460.

Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan jenis kampuh yang digunakan. Las SMAW (*shielded metal arc welding*) adalah cara pengelasan yang menggunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan *fluks*, seperti terlihat pada Gambar 1.



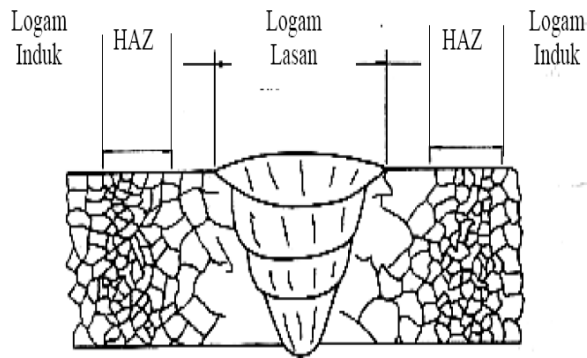
**Gambar 1.** Las Busur dengan Elektroda Terbungkus (Wiryosumarto & Okumura, 2008)

Pada Gambar 1 terlihat bahwa busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda.

Selama proses pengelasan bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektrode, akibat panas busur listrik, mencair membentuk terak yang kemudian menutupi logam cair yang menggenang di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi.

Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar. Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus, sedangkan pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan *fluks* yang digunakan.

Menurut Wiryosumarto & Okumura (2008), daerah hasil pengelasan dibedakan menjadi tiga bagian yaitu : daerah logam las, daerah pengaruh panas atau *heat affected zone* disingkat menjadi HAZ dan logam induk yang tak terpengaruhi panas, seperti terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Penampang lintang daerah hasil pengelasan (Wiryosumarto & Okumura, 2008)

Untuk menghindari terjadinya retak pada las maka logam yang akan dilas dapat diberikan pemanasan mula (*preheat*), sedangkan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu yang diperlukan untuk suatu konstruksi, seperti kekuatan (*strength*), kelunakan (*softness*), memperhalus ukuran butirlogam lasan dapat diberikan proses pemanasan lanjut (*post weld heat treatment*) (Wiryosumarto & Okumura, 2008).

*Preheat* adalah pemanasan yang dilakukan terhadap logam induk pada temperatur yang tepat sehubungan dengan pelaksanaan pengelasan, yang pegerjaan ini memungkinkan laju pendinginan dari daerah las dapat turun, sehingga dapat mengurangi nilai kekerasan dari daerah pengaruh panas dan mempercepat pelepasan hidrogen yang tercampur pada daerah las, sebagai hasilnya, retak dingin dapat dihindari. Perlakuan PWHT adalah pemanasan kembali daerah las dengan segera setelah pengelasan selesai dilakukan dengan tujuan untuk melunakkan daerah kena pengaruh panas las, meningkatkan ketangguhan daerah las dan menghilangkan tegangan sisa pada saat pengelasan. (Daryanto, 2012)

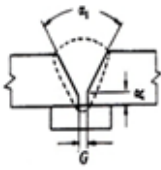
Penelitian yang dilakukan oleh Panjaitan & Hestiawan (2013) tentang pengaruh perlakuan *preheat* pada temperatur 80°C, 90°C, 100°C, 110°C dan dilanjutkan perlakuan PWHT pada temperatur 900°C terhadap hasil lasan SMAW baja AISI 1017 menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada variasi *preheat* dengan PWHT mengalami penurunan. Sedangkan hasil uji tarik menunjukkan bahwa specimen yang diberi

perlakuan *preheat* dan PWHT mengalami peningkatan nilai regangan dengan nilai regangan tertinggi diperoleh pada specimen yang diberi perlakuan *preheat* 100°C dan PWHT, yaitu sebesar 21% atau mengalami peningkatan 68%. Sementara untuk nilai tegangan tarik mengalami penurunan. Terjadinya penurunan nilai kekerasan dan tegangan tarik disebabkan pemberian perlakuan *annealing* pada perlakuan PWHT sehingga bahan menjadi lebih ulet.

Penelitian yang dilakukan oleh Yaqin (2011) tentang pengaruh *preheat* dan *postheat* terhadap lebar HAZ, struktur mikro dan kekerasan pada proses pengelasan SMAW besi cor kelabu. Hasil yang didapat untuk nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ terdapat pada specimen tanpa *preheat-postheat* yaitu sebesar 101.5 HRB, untuk daerah HAZ yang terendah pada specimen *preheat* 400°C dengan *postheat* 625°C yaitu sebesar 97.83 HRB. Untuk daerah logam induk rata-rata mempunyai nilai yang sama setiap spesimennya yaitu sebesar 94.5 HRB. Sedangkan untuk daerah logam las kekerasan tertinggi pada specimen *preheat* 200°C tanpa *postheat* yaitu sebesar 81.2 HRB dan nilai kekerasan terendah pada specimen *preheat* 400°C dengan *postheat* 625°C yaitu sebesar 76.3 HRB.

## METODE PENELITIAN

Spesimen yang digunakan adalah plat baja amutit K-460 dengan ukuran 200 mm x 20 mm x 10 mm. Perlakuan *preheat* dilakukan dengan proses *temper* pada temperatur 260°C dan 370°C dengan *holding time* 30 menit. Perlakuan PWHT dilakukan dengan proses *temper* pada temperatur 550°C dan 650°C dengan *holding time* 30 menit. Pengelasan menggunakan las dengan elektroda terbungkus, *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Jenis sambungan yang digunakan adalah jenis sambungan kampuh V tunggal. dengan sudut 45°, seperti terlihat pada Gambar 3. Untuk mengetahui sifat mekanik bahan dilakukan uji tarik dan kekerasan.

Skema	Tebal Plat (mm)	Posisi Pengelasan	Dimensi
	≥ 6	F	G 6
		H	R 2
		V	$\alpha_1$ 45°
		O	
	≥ 12	F	G 9
		V	R 2
		O	$\alpha_1$ 35°

**Gambar 3.** Kampuh V Tunggal  
(Wiryosumarto & Okumura, 2008).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### UjiKomposisi

Spesifikasibahandiperolehdarihasil uji komposisi yang dilakukan oleh P.T Bhineka Bajas dengan kandungan komposisi kimia seperti terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil uji komposisi kimia

Standar Bohler	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cr (%)
Bohler K460	1.190	0.41	1.223	0.020	0.005	0.12

Sumber : PT. Bhineka Bajas

Dari tabel 1 di atas diketahui bahwa kandungan karbon (C) sebesar 1.190 % yang menunjukkan bahwa baja tersebut masuk kedalam baja perkakas paduan rendah AISI O1 dengan kandungan karbon sebesar 0.85 % - 1.00 %, seperti terlihat pada tabel 4.2 berikut.

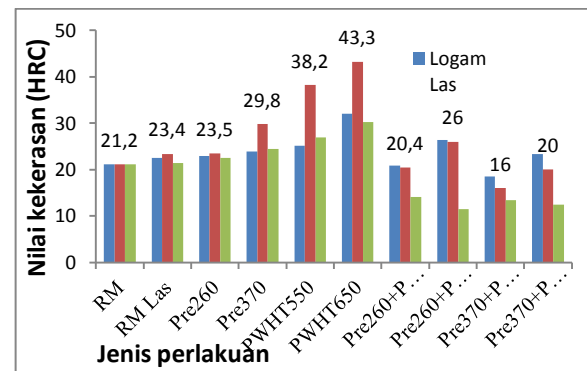
**Tabel 2.** Spesifikasi baja AISI O1

Unsur	Weight (%)
C	0.85 – 1.00
Mn	1.00 – 1.40
Si	0.50
Cr	0.40 – 0.60

Sumber : <http://www.efunda.com>

### Uji Kekerasan

Uji kekerasan menggunakan metoda Rockwell skala C. Uji kekerasan dilakukan pada daerah logam induk, logam las, dan daerah HAZ, masing – masing sampel sebanyak tiga titik untuk memperoleh nilai kekerasan rata-rata. Hasil uji kekerasan terlihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Histogram hasil uji kekerasan

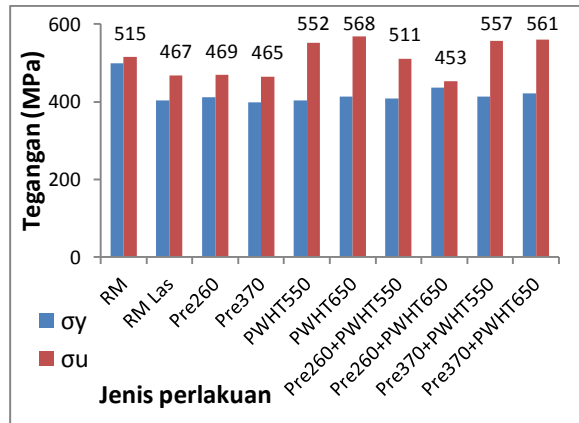
Dari Gambar 4 terlihat bahwa nilai kekerasan pada specimen yang diberi perlakuan *preheat* tanpa diikuti dengan perlakuan PWHT atau perlakuan PWHT tanpa didahului perlakuan *preheat* memberikan nilai kekerasan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan *preheat* yang diikuti dengan perlakuan PWHT, baik untuk bagian las, HAZ dan logam induk. Nilai kekerasan daerah HAZ lebih tinggi dibandingkan dengan bagian lainnya, baik pada perlakuan *preheat* maupun PWHT. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada specimen yang diberi perlakuan PWHT 650°C, yaitu sebesar 43.3 HRC atau mengalami peningkatan sebesar 104% dibandingkan specimen *raw material*.

Dari hasil uji kekerasan ini dapat ditarik kesimpulan bahwa perlakuan PWHT memberikan nilai kekerasan terbaik dibandingkan dengan jenis perlakuan lainnya.

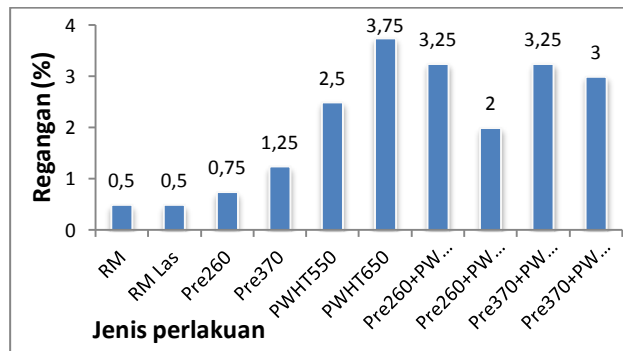
### Uji Tarik

Dari hasil pengujian dan perhitungan didapatkan nilai kekuatan tarik dan regangan tarik, seperti terlihat pada Gambar 5 dan 6. Dari Gambar 5 terlihat bahwa specimen yang diberi perlakuan panas memberikan hasil uji tarik yang bervariasi. Pada specimen yang diberi perlakuan PWHT memberikan hasil tegangan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan specimen *raw material*. Untuk specimen yang diberi perlakuan *preheat* memberikan nilai tegangan yang lebih rendah dibandingkan dengan specimen *raw material*. Sedangkan nilai tegangan tarik untuk specimen yang diberi perlakuan *preheat* yang diikuti dengan PWHT memberikan nilai yang bervariasi.

Tegangan tarik tertinggi diperoleh pada specimen yang diberi perlakuan PWHT 650°C, yaitu sebesar 568 MPa atau mengalami peningkatan sekitar 10% dibandingkan specimen *raw material*.



Gambar 5. Histogram tegangan tarik



Gambar 6. Histogram regangan

Dari Gambar 6 terlihat bahwa specimen yang diberi perlakuan panas cenderung meningkatkan nilai regangan dibandingkan specimen *raw material*. Peningkatan nilai regangan tertinggi terjadi pada specimen yang diberi perlakuan PWHT, sedangkan pada specimen yang diberi perlakuan *preheat* memberikan peningkatan yang paling kecil. Nilai regangan tertinggi diperoleh pada specimen yang diberi perlakuan PWHT 650°C, yaitu sebesar 3.75% atau mengalami peningkatan sebesar 650% dibandingkan specimen *raw material*.

Dari hasil uji tarik dapat disimpulkan bahwa perlakuan PWHT memberikan peningkatan nilai tegangan tarik dan regangan yang terbaik dibandingkan dengan jenis perlakuan lainnya.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa perlakuan PWHT dapat meningkatkan nilai kekerasan terbaik, dengan nilai kekerasan tertinggi terjadi pada specimen yang diberi perlakuan PWHT 650°C, yaitu pada bagian HAZ sebesar 43.3 HRC.
2. Dari hasil uji tarik diketahui bahwa perlakuan PWHT memberikan kenaikan nilai tegangan tarik dan regangan terbaik, dengan nilai tegangan tarik dan regangan tertinggi terjadi pada specimen yang diberi perlakuan PWHT 650°C, yaitu masing-masing sebesar  $\sigma = 568$  MPa dan  $\epsilon = 3.75\%$ .
3. Dari seluruh pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa perlakuan PWHT meningkatkan sifat mekanis bahan terbaik.

## DAFTAR RUJUKAN

- Anonim, 2013, AISI O1, diakses 13 September 2013. Tersedia di internet <http://www.efunda.com>.
- Daryanto. 2012, *Teknik Las*, CV. Alfabeta, Bandung.
- Panjaitan, R.G. & Hestiawan, H., 2013. *Studi Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Sambungan Las SMAW Baja AISI 1017*, Jurnal Telematika, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Bengkulu.
- Wiryosumarto, H. & Okumura, T., 2008, *Teknologi Pengelasan Logam*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Yaqin, M. K., 2011, *Pengaruh Preheat dan Postheat terhadap Lebar HAZ, Struktur Mikro, dan Distribusi Kekerasan pada Proses Pengelasan SMAW Besi Cor Kelabu FC 25*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, ITS, Surabaya.